№ 10 Warszawa, 25 października 1936 r. Rok XIV

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO ZWIĄZKU STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE.

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.
Wydawca: Związek Stowarzyszeń Dozoru Kotłów w Polsce.
REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI, 32, m. 12. TEL. 8-81-47.
GODZINY BIUROWE ADMINISTRACJI — CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

J. OBRĄPALSKI, inż.

PRACE ODDZIAŁU OGÓLNEGO STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W KATOWICACH.

Badanie doraźne zaburzeń ruchu urządzeń wyciągowych kopalnianych.

W roku sprawozdawczym zanotowaliśmy kilka wypadków przy urządzeniach wyciągowych, z których jeden pociągnął za sobą niestety 3 ofiary ludzkie.

Na kopalni A nastąpiło zerwanie liny wyrównawczej w warunkach następujących. W szybie głębokości 444 *m* pracuje urządzenie wyciągowe syst. Koepe-Leonard z jedną klatką na 4 wozy i przeciwwagą dla prędkości maksymalnej 12 *m/sek;* lina robocza okrągła grubości 42 *mm,* lina płaska zszyta z 6-ciu linek po 4 sploty i 8 drutów grubości 2,1 *mm* w każdym splocie, o wytrzymałości materjału 65 kg/mm^2. Lina wyrównawcza założona była w końcu 1930 roku i pracowała do początku 1932 roku, t. j. do czasu zatrzymania ruchu na kopalni; przed 1932 rokiem maszyna wydobywała około 400 klatek dziennie, po zatrzymaniu zaś kopalni zaledwie około 40 klatek dziennie. W dniu wypadku przy przestawianiu pięter klatki na dolnym poziomie nastąpiło zerwanie liny wyrównawczej w odległości 20 *m* pod przeciwwagą. Zerwany koniec liny płaskiej spadając zawisł na dźwigarach szybowych w połowie szybu. Zerwanie liny nie pociągnęło za sobą żadnych dalszych cięższych konsekwencyj i szkód. Oględziny miejsca zerwania wykazały, że druty były bardzo zardzewiałe, a zmniejszenie przekroju ich dochodzi o w niektórych miejscach do 60%; ponieważ korozje działają wybitnie jak karb, wytrzymałość drutów na gięcie i wstrząsy była znacznie zmniejszona: poszczególne druty dały się łamać z łatwością w rękach. Miejsce zerwania odpowiada tym odcinkom liny, które w spoczynku maszyny wynurzają się właśnie z wody żompia lub w wodzie tej pozostają. Zerwanie liny w powyższych warunkach pracy jest zupełnie zrozumiałe.

Na kopalni B nastąpiło przejechanie poziomu końcowego w warunkach następujących. W szybie głębokości 460 *m* pracuje urządzenie wyciągowe dla 8-miu wozów na klatce z kołem Koepe i maszyną parową napędową z regulatorem jazdy Iversena przy szybkości przewozu węgla 20 *m/sek,* ludzi zaś 8 *m/sek.* Lina robocza o grubości 65 *mm* okrągła, lina wyrównawcza płaska zszyta z 32 splotów po 12 drutów o średnicy 2,1 *mm.* Odległość poziomu nadszybia od belek odbojowych pod kołami linowemi wynosi 11,4 *m,* kierowniki drewniane powyżej nadszybia są zgrubione. Wypadek zdarzył się nie w czasie normalnej pracy maszyny, lecz w czasie demonstrowania jej działania w obecności wycieczki studentów praktykantów; maszynista wykonał kilka próbnych jazd z nieobciążonemi klatkami, poczem zatrzymał górną klatkę w odległości 35 *m* od poziomu nadszybia, następnie zaś, zamiast jechać wdół, ruszył odruchowo całą parą wgórę, mając w tym kierunku zaledwie 35 *m* drogi wolnej. Klatka górna minęła nadszybie i zawisła na wysokości 8,5 *m* nad niem, wygięła przytem silnie jeden z kierowników; łańcuchy bezpieczeństwa klatki wiszące ukośnie rozgięły belki odbojowe, silnie je deformując. Klatka dolna osiadła na belkach na dnie szybu, a na linie roboczej w odległości jednego metra nad zawiesiem dolnej klatki utworzyła się pętla zaciągnięta później do średnicy około 12 *cm.* Lina wyrównawcza pod dolną klatką została silnie zgięta między drugim i trzecim zaciskiem zawiesia, kilkanaście drutów jej zostało przytem w tem miejscu zerwane. Przy regulatorze Iversena stwierdzono, iż cofnął on dźwignię sterowniczą do położenia zerowego i zacisnął hamulce manewrowy i ciężarowy; funkcje te spełnił on jednak dopiero w chwili przejechania poziomu, tak iż maszyna została zatrzymana w znacznej mierze dopiero przez wielkie opory deformowanych zgrubionych kierowników nadszybia i belek odbojowych. Oględziny hamulców wykazały bardzo znaczne zużycie klocków hamulcowych. Dalsze badania wykazały, iż regulator Iversena był źle wyregulo-

wany, gdyż pozwolił na przejechanie końcowego poziomu z nadmierną prędkością (około 8 *m/sek)* i nie uruchomił sterowania na przeciwparę.

Klatki uległy nieznacznym deformacjom. Lina robocza posiadała w miejscu utworzenia się pętli na długości 60 *cm* 13 widocznych pęknięć drutów; lina wyrównawcza posiadała w miejscu zgięcia 17 pękniętych drutów, została ona skrócona o 1 *m,* tak iż miejsce osłabione znalazło się w zacisku. Obie liny pracują nadal.

Na kopalni C nastąpiło przejechanie poziomu końcowego w warunkach następujących. W szybie głębokości 370 *m* pracuje urządzenie wyciągowe dla dwóch wozów na klatce przy szybkości przewozu węgla 12 *m/sek;* i ludzi 4 *m/sek;,* maszyna parowa bębnowa z przyrządem bezpieczeństwa Baumana starego typu; liny grubości 27 *mm.* W dniu wypadku został wymieniony wentyl wypustowy na prawym cylindrze; po skończeniu tej naprawy maszynista wykonał kilka próbnych jazd, po ósmej jeździe zatrzymał klatkę górną w odległości 20 *m* od poziomu nadszybia poczem, zamiast jechać wdół, ruszył całą parą wgórę mając zaledwie 20 *m* wolnej drogi w tym kierunku. Klatka górna nadszybie minęła i zawisła w kierownikach rusztowania wieży nadszybowej; przy łańcuchach zawiesia klatki jedno ogniwo spawane zostało na spawie rozerwane. Klatka dolna stanęła na belkowaniu w żompiu szybu. Po wymianie uszkodzonego łańcucha praca urządzenia wyciągowego została wznowiona. Badania przyrządu bezpieczeństwa Baumana wykazały, że działa on prawidłowo; jeżeli nie zapobiegł on przejechaniu poziomu, stan jego w dniu wypadku musiał być nieprawidłowy, albo też było nieprawidłowe działanie hamulców. Większych szkód wypadek powyższy za sobą nie pociągnął.

Na kopalni D nastąpiło przejechanie poziomu końcowego w warunkach następujących. W szybie głębokości 286 *m* pracuje urządzenie wyciągowe dla 8-miu wozów na klatce przy szybkości przewozu węgla 16 *m/sek* i ludzi 6 *m/sek;* maszyna parowa bębnowa z regulatorem jazdy systemu Nothbohm-Eigeman, grubość lin 58 *mm,* droga wolna przejazdu w nadszybiu 7,25 *m,* kierowniki w nadszybiu zgrubione, belek odbojowych niema. Wypadek przejechania zdarzył się w warunkach następujących: Przed rozpoczęciem wydobycia maszynista wykonał kilka jazd próbnych z pustemi klatkami i zatrzymał górną klatkę w odległości 15 *m* od nadszybia, następnie zaś po pewnym czasie przez omyłkę ruszył całą parą klatką górną w kierunku nadszybia, mając zaledwie 15 *m* drogi wolnej; klatka nadszybie minęła i zawisła pod samemi kołami linowemi. Klatka dolna osiadła na belkowaniu w żompiu szybu.

Oględziny wieży i klatek wykazały uszkodzenia następujące. Osłona pod kołem linowem zgnieciona, wieniec koła linowego połamany, szprychy pogięte, płyty podstawowe łożysk osi koła popękane, jedno łożysko pęknięte, wiatrownice w górnej części wieży szybowej popękane; kątówki dolnego piętra dolnej klatki pogięte, lina nad dolną klatką zluźniona na długości 8 *m* bez pętli. Stwierdzono dalej, że regulator jazdy zacisnął hamulce a dźwignię sterowniczą ustawił w położenie zerowe, przy hamulcach żadnych uszkodzeń lub braków nie stwierdzono. Dalsze badania regulatora jazdy wykazały, że nie spełnia on należycie swego zadania, a mianowicie nie koryguje prędkości przy dojeżdżaniu klatek do nadszybia, wskutek czego klatki bez interwencji maszynisty przejeżdżają nadszybie z prędkością około 6 *m/sek,* i dopiero wyłącznik końcowy regulatora, działający po przejechaniu nadszybia, zaciska hamulce i cofa dźwignię sterowniczą; przy prędkości 6 *m/sek* i wolnej drodze przejechania 7 *m* niezbędne zwolnienie musiałoby wynosić około 3 m/sek^2, takiego zaś zwolnienia przy pustych klatkach i dużej czynnej nadwadze liny dolnej klatki, przy jednoczesnem działaniu pary w cylindrze — hamulce osiągnąć nie są w stanie. Prawidłowo działający regulator jazdy powinien uniemożliwiać przejechanie stacji końcowej z szybkością większą niż 2 *m/sek,* dla której wolna droga istniejąca w wieży jest zupełnie wystarczająca.

Wszystkie 3 wyżej opisane wypadki przejechania miały przebieg identyczny: zawsze ruszano całą parą do góry klatką znajdującą się tuż pod nadszybiem. Prawidłowo działające regulatory jazdy i przyrządy bezpieczeństwa powinny zapobiegać osiągnięciu większej szybkości przy przejeżdżaniu nadszybia w takich warunkach; przy urządzeniach starszych rzadko remontowanych, niebezpieczeństwo jest tu jednak wielkie; środkiem pomocniczym ostrzegawczym może być w takich wypadkach zastosowanie sygnalizacji elektrycznej, działającej w razie stosowania większych ciśnień i napełnień cylindra w kierunku jazdy do końcowej stacji na ostatnich (20 — 30) metrach szybu.

Na kopalni E nastąpiło zderzenie się klatek w szybie w warunkach następujących. W szybie głębokości 600 *m* pracuje urządzenie wyciągowe dla 8-miu wozów na klatce przy szybkości przewozu węgla 17 *m/sek* i ludzi 6 *m/sek;* maszyna parowa bębnowa, regulator jazdy Schönfelda, liny robocze grubości 57 *mm,* lina wyrównawcza płaska; w szybie kierowniki drewniane czołowe, klatki czteropiętrowe ze spadochronami. Przebieg wypadku był następujący: Klatka wschod-

nia z pełnemi wózkami wyjeżdżała do góry, klatka zachodnia z próżnemi wózkami zjeżdżała nadół, na głębokości około 300 *m* nastąpiło zderzenie klatek i zerwanie liny wyrównawczej; na widok spadającej liny wyrównawczej sygnalista dolnego poziomu dał sygnał i maszynista wyciąg natychmiast zatrzymał; maszynista nie zauważył żadnych zmian w zachowaniu się maszyny, odczuł jedynie, że maszyna pracuje ciężej. Oględziny szybu po wypadku wykazały stan następujący. Klatka z pełnemi wozami wykolejona, znajdowała się na głębokości 290 *m*, górna jej rama była połamana, pionowe wiązanie pogięte, wózki z węglem na górnem piętrze zgniecione. Klatka z próżnemi wozami wykolejona, znajdowała się na głębokości 310 *m*, jeden róg pomostu dolnego piętra był silnie pogięty, lina robocza nad klatką lekko zgięta, śruba napinająca łańcuch bezpieczeństwa zawiesia klatki rozerwana, uchwyt zawiesia liny wyrównawczej pod klatką oderwany wraz z liną opadł do żompia szybu. W przedziale wyciągowym klatki wschodniej na przestrzeni od 290 do 344 *m* kierowniki sosnowe i belki szybowe Nr. 26 wyrwane, w przedziale wyciągowym klatki zachodniej to samo na długości 300 do 310 *m;* ściana przedziałowa oddziału drabinowego w miejscu zderzenia się klatek zburzona na przestrzeni 4 *m*. Na kierownikach od 344 *m* do 364 *m* rysy od spadochronu, na głębokości 441 *m* na połączeniu 2 kierowników część kierownika kształtu klina o wymiarach około 2 *m* długości i 8 *cm* głębokości przy całej szerokości kierownika całkowicie wyłamana.

Przebieg wypadku prawdopodobnie był następujący: idąca wgórę klatka wyrywa na głębokości 441 *m* klin z kierownika, klin pozostaje między kierownikiem i korytkiem kierowniczem klatki, wskutek czego następuje wykolejenie tej klatki i zrujnowanie dalszych kierowników i belek poprzecznych; przy mijaniu się klatek, klatka dolna wykolejona uderza o dno klatki górnej opadającej, wyrzuca ją z kierowników, rujnuje ściankę przedziałową oddziału drabinowego i dalej belki i kierowniki; przy zderzeniu następuje zerwanie liny wyrównawczej. Jako przyczynę wypadku należy uważać pęknięcie końca kierownika na łączeniu, duże luzy i zły stan kierowników i belek

Na kopalni F zaszedł wypadek przy urządzeniu wyciągowem, pracującem pomiędzy poziomami 230 i 430 *m* w szybie. Wyciąg z klatką na 1 wóz poruszany jest zapomocą kołowrotu elektrycznego, ustawionego pod ziemią na poziomie 230 *m*. Kołowrot dostarczony został w roku 1927 i od tego czasu służył do przewozu materjałów i ludzi. W dniu krytycznym z poziomu 430 wyjechali do góry inżynier, nadsztygar, praktykant i 2 innych urzędników. Po przejechaniu około 50 m jadący spostrzegli, iż klatka zatrzymała się poczem zaczęła opadać z rosnącą stale szybkością. Klatka spadła na belki podporowe podszybia 430 *m*, przebiła je i zanurzyła się częściowo w wodzie żompia. Wskutek wypadku jadący w klatce inżynier, nasztygar i praktykant postradali życie.

Maszynista kołowrotu zeznał, iż po przejechaniu 40 do 50 *m* zauważył, iż jeden bęben przestał na chwilę obracać się, poczem zaczął obracać się z rosnącą stale szybkością w odwrotną stronę. Maszynista zahamował, lecz hamulce nie zdołały powstrzymać bębna.

Z rysunku konstrukcyjnego kołowrotu wynika, iż jeden bęben jest umocowany na wale na klinach, drugi zaś jest luźny, doprzęga się go do bębna stałego zapomocą 3 śrub. Śruby te dociskają blachę boczną bębna luźnego do blachy bocznej bębna stalego w trzech imadełkach, bęben luźny w ten sposób sprzęga się z bębnem stałym jedynie zapomocą tarcia pomiędzy blachami bocznemi. Szczęka jednego imadełka została odłamana.

Jasnem jest, że wypadek powstał wskutek wadliwej konstrukcji sprzężenia bębnów, które nie powinno w żadnym razie opierać się na samem tarciu. Maszyniści dociągali śruby aż za dobrze, czego dowodem jest jedna odłupana szczęka imadła; siła tarcia zależna całkowicie od wielkości docisku śruby, stanu powierzchni stykających się, oporów gwintu śrub i t.d., niepoddająca się wskutek tego dokładnemu obliczeniu, nie może stanowić czynnika konstrukcyjnego.

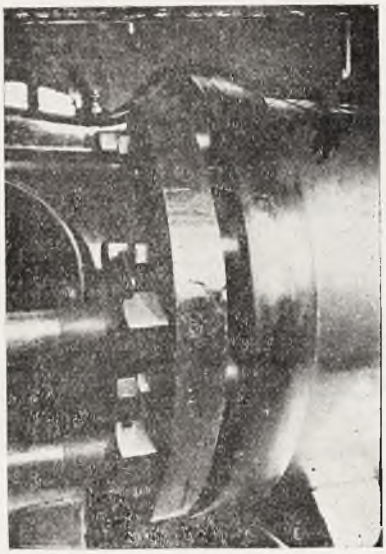
Przy tej okazji stwierdzono, że w innym kołowrocie tej samej konstrukcji, dostarczonym dla jednej z kopalń w roku 1931, szczęka imadła dociskowego została również odłupana. Wytwórca przerobił wszystkie dostarczone kołowroty tego typu.

Na kopalni G zaszedł wypadek przy urządzeniu wyciągowem na 2 wózki pracujące w szybie głębokości 106 *m*. Wyciąg bębnowy poruszany jest przez podwójną przekładnię zębatą silnikiem elektrycznym trójfazowym o mocy 120*KM* przy szybkości 3 *m/sek* i grubości liny 30 *mm*. Przy wydobywaniu węgla pękł wał pośredni przekładni grubości 170 *mm* tuż przy małem kole zębatem, wskutek czego odłączone od silnika bębny zaczęły obracać się w przeciwną stronę pod wpływem nadwagi podnoszonego węgla, a klatki przejechały stacje końcowe, górna klatka próżna minęła nadszybie i uderzyła w belki odbojowe, deformując je silnie, dolna zaś ładowna osiadła w żompiu szybu. Oględziny pękniętego wału wykazały typowy złom zmęczeniowy, stary na przestrzeni 4/5 przekroju wału i złom doraźny na przestrzeni 1/5 przekroju.

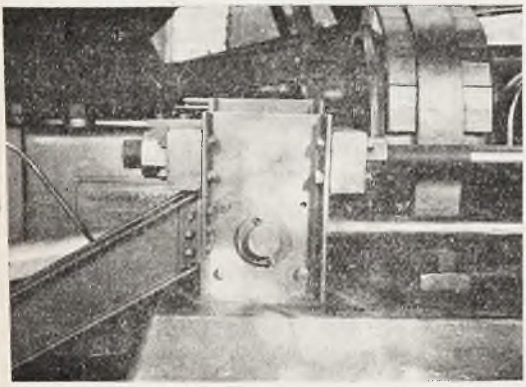
Kołowrot powyższy wyposażony jest w 2 hamulce: jeden ręczny na wale silnika, drugi



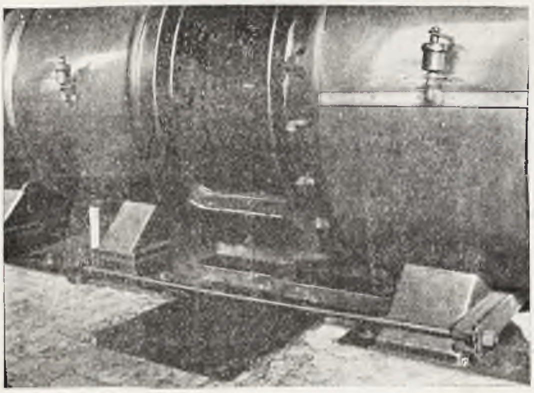
Rys. 1 a. Ściągnięty i podparty bagnet prawy.



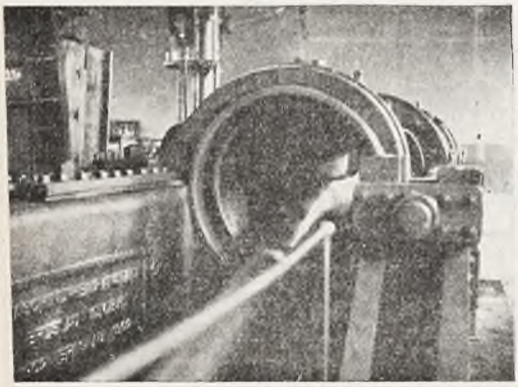
Rys. 1 b Umocowanie ściągów lewego bagnetu.



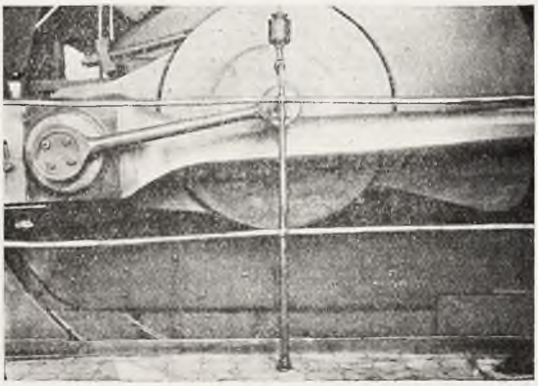
Rys. 1 c. Ściągi i opaska bagnetu lewego.



Rys. 2. Ściągi międzycylindrowe.

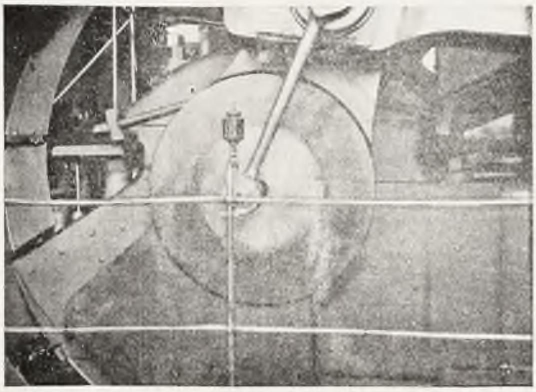


3. Łata, opaska i podparcie bagnetu lewego.



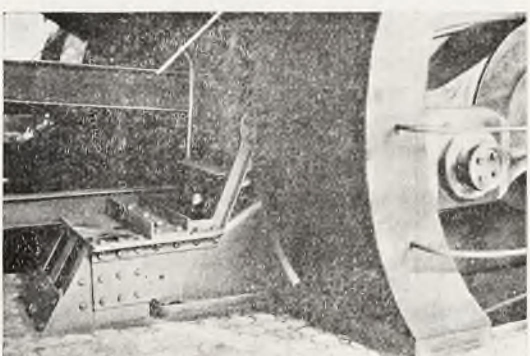
Rys. 4. Łożysko lewego bagnetu; u dołu łata u góry ściągi.

zaś ciężarowy na wale bębna; hamulec ciężarowy uruchamiany jest między innemi automatycznie w razie przejechania poziomu na szybowskazie lub zaniku prądu roboczego. Po wypadku hamulec ciężarowy został poddany



Rys. 5. Łożysko lewego bagnetu; u dołu łata u góry ściągi.

próbom, które wykazały jego prawidłowe działanie. Na wale bębna prócz tego znajduje się wyłącznik odśrodkowy, który przy próbach wyłączał prąd i zrzucał ciężar hamulcowy przy przekroczeniu szybkości maksymalnej 3 *m/sek* o 5%. Szybkość z jaką klatki przejechały stacje końcowe nie powinna była być większa od tej wartości granicznej i przy prawidłowem działaniu automatyki hamulca ciężarowego klatki powinny były się zatrzymać po przejechaniu 2 do 3 *m*, jeżeli zaś to nie nastąpiło, to automatyka ta musiała być w czasie krytycznej jazdy w jakiś sposób unieruchomiona. Przy badaniu urządzenia stwierdzono obecność pomocniczego pręta, którym podobno maszynista posługiwał się często przy



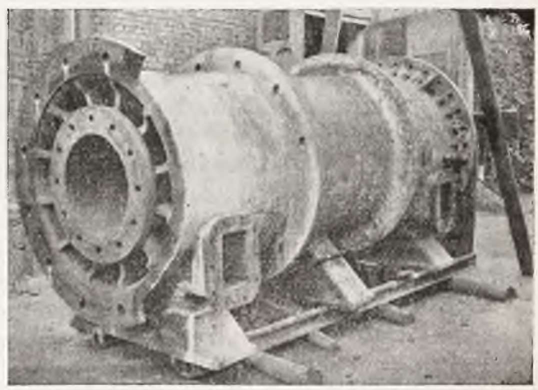
Rys. 6. Podparcie końca lewego bagnetu.

podnoszeniu windą ręczną ciężaru hamulczego; widocznie pręt ten nie został usunięty i automatyka hamulca ciężarowego nie mogła spełnić swego zadania, nie mógł również i maszynista widząc niebezpieczeństwo zrzucić ręcznie ciężar z powodu jego unieruchomien

Niestety dosyć często spotyka się podp ranie lub przywiązywanie automatów, zwła cza takich, które opadają przy nadmiern obniżeniu ciśnienia powietrza sprężonego urządzeniach hamulcowych.

Wreszcie przechodzimy do opisu szere uszkodzeń przy maszynie wyciągowej parow na kopalni H. W szybie głębokości 600 *m* pr cuje od roku 1902 maszyna wyciągowa z bębr mi o średnicy 9 *m* i szerokości 1,7 *m* z klatka na 8 wozów, liną roboczą grubości 65 *mm* i ną wyrównawczą płaską; szybkość przewo węgla 16 *m/sek*, ludzi 8 *m/sek*. Parowa masz na napędowa 4-ro-cylindrowa bliźniacza ta dem, wyposażona jest w regulator jaz Schönfelda z automatycznem nastawianie napełnienia; skok tłoka 2000 *mm*, średnice c lindrów 950 i 1400 *mm*, fundamenty maszyn zajmują w planie ok. 22 × 11 *m*.

Już w kilka lat po uruchomieniu, w ro 1906, nastąpiło pęknięcie lewej ramy bagnet wej; na miejsce pęknięte nałożona została ł



Rys. 7. Cylinder prawy wys. ciś. z oderwanym kołni rzem.

ta, łożysko górnego wału zostało przytem d datkowo podparte zapomocą konstrukcji ż laznej związanej z fundamentem i bagneten W następnych latach stan bagnetu pogarsz się, to też dodawano coraz to nowe łaty wzmocnienia. W roku 1922 ta sama rama pęk ła w innem miejscu, pęknięcie załatano po nownie. W roku 1928 pękło tłoczysko prawe maszyny u nasady krzyżulca, w roku 193 pękł kołnierz cylindra wysokoprężnego pra wej maszyny od strony bagnetu, wreszcie w roku 1936 pękł na obwodzie sam cylinder wy sokoprężny nowy, założony na miejsce po przednie uszkodzonego. Rys. 1a 1b, 1c i pokazują zastosowane sposoby umocnieni uszkodzonych bagnetów, rys. 2 — wzmoc nienie latarni łączącej 2 cylindry, ry 3, 4 i 5 — różne łaty i wzmocnienia ramy bag netowej, wreszcie rys. 7 — cylinder z odłama nym kołnierzem.

Wszystkie powyższe uszkodzenia są wy

nikiem niekorzystnego układu maszyny i niekorzystnych warunków jej pracy. Wielkie cylindry, bagnety i bębny rozłożone są na dużej przestrzeni i sztywno ze sobą związane; grunt na którym ustawione są fundamenty narażony jest na dyslokacje wywołane prowadzeniem robót górniczych podziemnych w pobliżu szybu; wielkie poruszające się masy tłoków, korbowodów i bębnów powodują znaczne dodatkowe siły dynamiczne; małe niedokładności wzajemnego położenia poszczególnych części maszyny, spowodowane ruchem fundamentów lub uchybieniami przy naprawach i wymianach poszczególnych części, pociągają za sobą dodatkowe szkodliwe naprężenie materjału, wywołujące w ostatecznym wyniku pęknięcia lub naderwania. Do zjawisk powyższych przyłączają się jeszcze natężenia cieplne przy szybkiem nagrzewaniu maszyny podpartej w wielu punktach na znacznej przestrzeni i skrępowanej pod względem swobody dylatacji cieplnej poszczególnych części. Wielkie siły w krzyżulcu, wynikające z układu tandem działają tu również niekorzystnie na pracę ram bagnetowych. Wielkie siły statyczne i dynamiczne komplikują jednocześnie niesłychanie zagadnienie precyzyjnego sterowania, a więc opanowania ruchów maszyny; kilkakrotne przejechanie poziomów i inne drobniejsze zaburzenia ruchu trudności powyższe najlepiej ilustrują. W ten sposób wszystko przemawia przeciwko utrzymywaniu w ruchu tak nieracjonalnej i dążącej automatycznie do likwidacji maszyny, co też dyrekcja zakładu w najbliższej przyszłości postanowiła uskutecznić.

Badania doraźne uszkodzeń w różnych urządzeniach elektrycznych i maszynowych.

Na kopalni A wybuchł w podziemiach groźny pożar, wywołany zaburzeniami przestarzałej rozdzielni. Na głębokości 300 *m* niedaleko szybu znajduje się komora pomp, w której pracują na zmianę 2 pompy odśrodkowe z silnikami 400 *kW*, 1000 *V*. Komora sklepiona szerokości ok. 5 *m* mieści w sobie rozdzielnię 1000 *V* ustawioną w poprzek komory na jej końcu; blaszana ściana frontowa rozdzielni oddziela w ten sposób część komory o głębokości ok. 2 *m*, za tą ścianą znajdują się przyrządy rozdzielcze i transformator dla niskiego napięcia; z ogrodzonej w ten sposób części komory wychodzi w rogu u góry kanał wentylacyjny, kanał ten po wyjściu z murowanej komory przebiega dalej na dłuższej przestrzeni w węglu bez obmurowania. Rozdzielnia zasilana jest dwoma kablami szybowemi z głównej transformatorni, znajdującej się na powierzchni i pobierającej prąd 6 *kV* z sieci kablowej Śląskich Zakładów Elektrycznych; kable zasilające posiadają przy wejściu do rozdzielni podziemnej tylko odłączniki; dla silników pompowych znajdują się w rozdzielni wyłączniki olejowe z nadmiarowemi wyzwalaczami, pochodzące z 1907 roku, nieznanej firmy, małych rozmiarów, małej mocy odłączalnej zwarcia; 2 kable zasilające rozdzielnię zabezpieczone są na powierzchni nowoczesnemi wyłącznikami olejowemi automatycznemi działającemi przy 350 *Amp.* po 1 sek.

W dniu krytycznym maszynista zatrzymał pompę i wyszedł z komory, zamykając ją na klucz; w kilka minut później zgasło światło na podszybiu zasilanem z transformatora w pompowni, a sygnalista, zajrzawszy do pompowni przez drzwi ażurowe, spostrzegł ogień za tablicą rozdzielczą. Pomimo prędkiego rozpoczęcia akcji gaszenia pożaru ogień zdążył przenieść się na obudowę drewnianą i węgiel w ścianach chodnika wentylacyjnego, a podsycany strumieniem powietrza wentylacyjnego rozszerzył się szybko na znaczną przestrzeń pokładu, powodując unieruchomienie częściowe kopalni i uduszenie jednego człowieka. Szczegółowe oględziny rozdzielni wykazały, że zniszczeniu uległy 2 wyłączniki olejowe i odłączniki, uszkodzeniu zaś mniejszemu łączniki transformatora i kołowrotu; sam transformator olejowy, znajdujący się w odległości ok. 1 *m* od jednego z wyłączników, żadnych szkód nie poniósł, kable szybowe i ich zakończenia również. Centrum ognia znajdowało się przy wyłącznikach pompowych. Badania wykazały dalej, że wskutek ucisku skał na mury komory sklepienie podparto słupem drewnianym, w ścianie zaś blaszanej rozdzielni wstawiono drzwi drewniane zamiast żelaznych, które już nie pasowały; słup i drzwi drewniane znajdowały się w bezpośredniej bliskości wyłączników olejowych, otwór kanału wentylacyjnego wyciągającego powietrze z komory znajdował się w odległości 2 — 2,5 *m* od słupa drewnianego.

Najbardziej prawdopodobnem jest następujące wytłómaczenie przebiegu wypadku. Wskutek częściowego braku oleju w wyłączniku nastąpiło zapalenie się oleju przy odłączaniu silnika, potem przeskok napięcia i zwarcie między fazami, rozerwanie zbiornika z palącym się olejem, pożar oleju na podłodze rozdzielni, zapalenie słupa drewniango i drzwi, zassanie do kanału wentylacyjnego długiego płomienia palącego się drzewa.

Wypadek powyższy wywołał potrzebę wprowadzenia do znowelizowanych przepisów bezpieczeństwa dla urządzeń elektrycznych w podziemiach kopalń następującego ostrzeżenia:

„Należy pamiętać, że w oleju transformatorów i wyłączników zawsze tkwi niebezpieczeństwo pożaru, który może powstać wskutek jakiegoś uszkodzenia lub nieprawidłowego działania tych urządzeń, i że pożar taki w niekorzystnych warunkach obudowy pomieszczeń i ich przewietrzania może rozszerzyć się na pomieszczenia sąsiednie. Niebezpieczeństwo takie istnieje zwłaszcza przy wyłącznikach starych o niedostatecznej mocy odłączania zwarcia i zawodnych przekaźnikach. Zabezpieczyć się przed takim pożarem można przez: a) stosowanie transformatorów suchych i wyłączników bezolejowych lub o małej ilości oleju, b) troskliwe czuwanie nad prawidłowym poziomem oleju i jego jakością, c) troskliwe czuwanie nad prawidłowym działaniem przekaźników i automatów kontrolujących pracę transformatorów i wyłączników olejowych, d) stosowanie obudowy przynajmniej ognioodpornej i unikanie umieszczania materjałów palnych w przestrzeni zasięgu płomienia zapalonego oleju."

W elektrowni B większe zaburzenia wywołane zostały przez niewłaściwy sposób zabezpieczeń od przetężeń i zamały wyłącznik olejowy. W elektrowni tej pracuje turbogenerator 31250 *kVA*, 3000 *V*, 6000 *A* na rozległą sieć kablową. Generator zbudowany jest w ten sposób, że rozwija niezwykle niski prąd ustalony zwarcia, a mianowicie w zwarciu trójfazowem 1,6 i dwufazowem 2,5 razy prąd znamionowy; stosunek prądu zwarcia przy wzbudzeniu biegu luzem do prądu znamionowego wynosi 0,515. Generator posiada punkt zerowy uziemiony przez opory bezindukcyjne i wyposażony jest w następujące zabezpieczenia i automaty:

1) szybki regulator napięcia,
2) przekaźnik nadmiarowy blokujący regulator napięcia w położeniu najmniejszego wzbudzenia i wyłączający po czasie niezależnym
3) przekaźnik obniżający wzbudzenie przy otwarciu głównego wyłącznika,
4) przekaźnik różnicowy działający przy zwarciu wewnątrz generatora,
5) przekaźnik działający natychmiast przy przebiciach do żelaza w generatorze,
6) przekaźnik odłączający punkt zerowy generatora od ziemi w razie dłużej trwającego połączenia z ziemią w sieci zewnętrznej generatora.

Właściwem zabezpieczeniem od zwarć zewnętrznych jest zabezpieczenie podane w p. 2; nastawione one było pierwotnie na 18000 *Amp.* i 10 *sek.*, później przestawiono je na 11000 *Amp* i 20 *sek.*

Tablica rozdzielcza generatora połączona jest kablami z główną starszą tablicą, do której przyłączone są mniejsze rezerwowe generatory i od której odchodzą wszystkie odgałęzienia. Starsza tablica rozszerzana była stopniowo w miarę powiększania zakładu, posiada więc w sobie jeszcze liczne elementy przeznaczone dla małych stosunkowo mocy zwarcia.

W dniu krytycznym na odległości kilkunastu metrów od rozdzielni nastąpiło przepalenie kabla aluminjowego 3 × 120 mm^2, odchodzącego od rozdzielni do sąsiedniego zakładu, wskutek czego nastąpił przeskok napięcia i zwarcia w celce odłączników kabla w dolnej kondygnacji rozdzielni; wyłącznik olejowy zwarcie to odłączył, powstał w nim jednak prawdopodobnie przy wyłączaniu łuk na dopływie, zwarcie przeniosło się w ten sposób na stronę szyn zbiorczych, dwa sworznie miedziane dopływu wyłącznika uległy przepaleniu, a izolatory przepustowe zniszczeniu; na przewodach w celce widoczne były liczne ślady przeskoków łuku i przegrzania, kilka izolatorów popękało; wreszcie odłączony został wyłącznik generatora i całe zajście w ten sposób zlikwidowane. Silne przegrzanie przewodów i uszkodzenia izolatorów w celce przepalonego kabla nasunęły wątpliwości co do racjonalności stosowanych zabezpieczeń przetężeniowych przy istniejących w starej rozdzielni przekrojach miedzi. Z charakterystyki automatu wyłącznika na odgałęzieniu wnosić należy, iż wyłączył on zwarcie po 4 sek., natomiast automat generatora obniżył wzbudzenie dopiero po 15 — 20 sek. Powstaje pytanie, do jakiej temperatury nagrzała się w tym czasie miedź na odpływie. Nagrzanie w zwarciu oblicza się ze wzoru

$$\delta = \frac{\rho}{c} i^2 (\Delta t + t)$$

gdzie $\frac{1}{\rho}$ średnia przewodność miedzi dla całego zasięgu badanych temperatur, c — średnie ciepło właściwe miedzi wyrażone w *kW* sek. = ok. 3,6; i —natężenie prądu A/mm^2, t — czas trwania zwarcia w sek., Δ t — czas zastępczy dodatkowy uwzględniający nagrzanie dodatkowe w okresie nieustalonego zwarcia, średnio ok. 6,7 sek. Średnia przewodność miedzi dla zasięgu temperatur 20° — 200° wynosi 44, dla 20° — 400° wynosi 36, wreszcie dla 20° — 600° wynosi 31. Przewody w celce uszkodzonej posiadają przekrój 30 × 8 = 240 *mm* . Zwarcie w kablu było praktycznie zwarciem na zaciskach generatora, natężenie prądu przy dwóch fazach zwartych wynosi ok. 15000 *Amp.*, czyli gęstość prądu w przewodach celki wynosiła do 60 $Amp./mm^2$, natężenie to zostało natychmiast obniżone przez automat 2 do 11000 *Amp.* i 46 A/mm^2 i na tej wysokości utrzymywało się w ciągu 20 *sek.* po stronie szyn zbiorczych i w ciągu 4 *sek.*

po stronie przepalonego kabla. Wyliczone stąd nagrzania wynoszą ok. 660° po stronie szyn i 180° po stronie kabla, nagrzania rzeczywiste musiały być większe, ponieważ w obliczeniu nie uwzględniono pierwotnego nieobniżonego natężenia prądu w okresie nieustalonego zwarcia.

Przyjęte w przepisach i normach dopuszczalne nagrzania przewodów wynoszą: przy pracy stałej o prądzie znamionowym dla kabli 25° i dla przewodów gołych 30°, przy zwarciu dla kabli 150° i dla przewodów gołych 300°; po przekroczeniu tych norm materjały izolacyjne i porcelana ulegają uszkodzeniu. Z powyższego wynika, że nastawienie automatów przetężeniowych turbogeneratora na 20 sek. jest wysoce niebezpieczne dla różnych części urządzeń rozdzielczych i kabli, powinno ono być obniżone do wielkości powszechnie stosowanych 8 do 10 sek.

Wyłącznik na odpływie również nie spełnił całkowicie swego zadania: wprawdzie odłączył on kabel odpływowy, lecz przy odłączaniu uległ przeskokowi napięcia i zwarciu od strony szyn z powodu zbyt małej zdolności odłączenia zwarcia. W rozdzielni tej w ciągu ostatnich kilkunastu lat zaszły już 3 wypadki, w których zbyt mały wyłącznik nie opanował zwarcia i spowodował częściowe zniszczenie urządzenia rozdzielczego; szczęśliwym zbiegiem okoliczności zniszczenia te zawsze dotychczas ograniczały się do wnętrza jednej celki na jednem piętrze, i nie pociągały za sobą ani zaburzeń w innych częściach zakładu, ani też większych szkód materjalnych.

W elektrowni C przestarzałe przyrządy rozdzielcze wywołały jak i w przykładzie poprzednim szereg zaburzeń w ruchu. Elektrownia posiada 5 jednostek turbinowych o mocach od 3000 do 7200 *kW*, obciążenie elektrowni wynosi zwykle ok. 15000 *kW*. Turbogeneratory i należące do nich części tablic rozdzielczych pochodzą częściowo z czasów przedwojennych, dwie największe jednostki są zupełnie nowoczesne. Jednostki przedwojenne pracują przy napięciu 2000 V, nowe zaś przy napięciu 6000 V, rozdzielnie 2000 i 6000 V połączone są z sobą transformatorami o bardzo małem napięciu zwarcia (2%), a więc małej reaktancji. Urządzenia rozdzielcze 2000 V przystosowane w swoim czasie do małych mocy zwarcia, nie są w stanie opanować zwarć zasilanych od strony 6000 V przez duże jednostki turbinowe.

W dniu krytycznym powstało zwarcie w mufie kabla 240 *mm*² na odległości kilkuset metrów od rozdzielni 2000 V w podziemiach kopalni. Zwarcie to odłączył po 3½ sek. wyłącznik starej rozdzielni 2000 V, przy wyłączeniu nastąpił jednak przeskok napięcia i zwarcie od strony szyn zbiorczych. Niebawem odłączył wyłącznik automatyczny starego turbogeneratora 3000 *kW*, nastawiony na 4 sek. ze względu na zły stan izolacji generatora. Po 8 sekundach od początku zwarcia wyłączyły automaty generatorów 4000 i 7200 *kW*. Trwające przez 8 sek. zwarcie zwęgliło transformatorki prądowe w celce uszkodzonego kabla i częściowo zniszczyło w niej izolatory i inny drobny materjał. W ten sposób uszkodzenie materjału rozdzielni ograniczyło się właściwie tylko do jednej starej celki, zwarcie lokalne doprowadziło jednak do wyłączenia wszystkich generatorów elektrowni i pociągnęło za sobą dalsze konsekwencje. W chwili wypadku pracowały w kotłowni dwie pompy zasilające turbinowe z napędem elektrycznym, pompa parowa stała w rezerwie. Po wyłączeniu prądu zaczęto uruchamiać pompę parową, w międzyczasie 1 turbogenerator został włączony na szyny zbiorcze i dał napięcie dla napędów pomocniczych elektrowni i kotłowni; pompa zasilająca elektryczna została uruchomiona, ciśnienie jej jednak kilka razy spadało, pompa traciła wodę i zasilanie kotłów opanowano dopiero po upływie kilkunastu minut. Trudność uruchomienia pomp zasilających spowodowana jest w tym wypadku stosowaniem zbyt wysokiej temperatury wody zasilającej przy małej stosunkowo wysokości zalania pompy. Temperatura 90° — 95° osiągana jest przez podgrzewanie wody w zbiornikach parą w celu jej odgazowania; w razie nieoczekiwanego zatrzymania ruchu turbin i zatamowania dopływu zimnego kondensatu para grzejna łatwo może w krótkim czasie podnieść temperaturę i do 100°. Gorąca woda powinna dopływać do pompy pod ciśnieniem, zapobiegającem z zapasem wytwarzaniu się pary w przewodzie ssącym pompy; poziom wody w zbiornikach jest średnio o 1,7 *m* wyżej od osi pompy, nad zwierciadłem wody w zbiorniku zamkniętym znajduje się poduszka parowa, chroniąca wodę od zetknięcia z powietrzem, ciśnienie pary wynosi przytem 0,1 — 0,3 *atn*, nadciśnienie to przy przerwie dopływu kondensatu i pobieraniu wody przez pompy do kotłów, czyli przy obniżaniu się poziomu wody w zbiornikach, może przybierać wartości ujemne. Przy takich temperaturach wody zasilającej wysokość zalania pompy powinnaby wynosić ok. 4 *m*, zachowując zaś istniejącą wysokość zalania, temperaturę wody powinno się utrzymywać na wysokości poniżej 80°. Pozbawienie wody tlenu, wywołującego korozje w kotłach, można skutecznie osiągnąć metodą siarczynową, stosowaną od kilku lat z powodzeniem przez oddział cieplny Dozoru Kotłów w Katowicach.

Przy powiększaniu mocy elektrowni należy sprawdzać obliczeniowo wytrzymałość cieplną przewodów i transformatorów prądowych; gęstość prądu 180 *A*/*mm*² zagrzewa uzwojenie transformatora prądowego w ciągu

1 sek. do 200°, temperatura ta nie powinna być przekroczona, do normy powyższej powinno być dostosowane nastawienie czasu automatów rozdzielni przy rzeczywistych prądach zwarcia.

Zdarzają się wypadki przegrzania izolacji maszyn elektrycznych wskutek zatkania lepkim pyłem kanałów wentylacyjnych. W zakładach silnie zapylonych większe silniki i generatory chłodzone są przymusowo powietrzem oczyszczonem w filtrach barchanowych lub metalowych z lepką cieczą zatrzymującą pył; jeżeli nawet 80% pyłu zawartego w powietrzu zatrzymuje się na filtrze, to pozostałe 20% przechodzi do kanałów wentylacyjnych w żelazie czynnem maszyny, a zwilżone olejem wyciekającym z nieszczelnych łożysk osiada na ściankach tych kanałów, obniżając kilkakrotnie przewodnictwo cieplne pomiędzy powierzchnią chłodzoną i strumieniem powietrza wentylacyjnego, i wpływając w ten sposób na znaczne podniesienie temperatury części chłodzonych; przez zmniejszenie przekroju kanałów wzrasta opór dynamiczny wentylatora, maleje ilość powietrza wentylacyjnego, spada więc efekt chłodzenia. W wirnikach turbogeneratorów stwierdziliśmy w kilku wypadkach zmniejszenie kanałów do 40% przekroju pierwotnego, przegrzana ilozacja takiego wirnika ulega przebiciu i wirnik jest niezdatny do dalszego użytku. Tłusty pył nie da się usunąć zapomocą strumienia powietrza, trzeba go wypłukać strumieniem benzolu, wirnik wysuszyć i części uzwojeń omyte benzolem na nowo polakierować.

Przy dużych silnikach dla dmuchawy gazu, o mocy 1600 *kW*, 2970 *obr/min.*, stwierdziliśmy po 6 latach pracy wzrost temperatury uzwojeń o 50° wskutek zjawisk wyżej opisanych.

Przy dużych silnikach dwubiegunowych częściowe przegrzanie uzwojenia wirnika może być spowodowane niekiedy zbyt powolnem uruchomieniem silnika. Połączenia czołowe uzwojenia stojana posiadają duże pole rozproszenia, pod wpływem którego przy rozruchu powstają znaczne prądy wirowe w bandażach uzwojeń wirnika; czas rozruchu powinien być zredukowany do minimum, prócz tego zaś sam bandaż powinien być wykonany z drutu niemagnetycznego (n. p. 14% Ni, 5,6% *Mn* oraz 0,28% *Si*), poszczególne warstwy bandaża powinny być od siebie odizolowane, każda warstwa powinna być podzielona na kilka odcinków od siebie izolowanych; warstwy drutów bandaża należy nawijać z siłą malejącą na zewnątrz, n. p. przy 4-ch warstwach dla dolnej warstwy 115 *kg*, dla górnej 103 *kg*. Przy próbie na przebicie izolacji uzwojeń wirnika bandaże należy łączyć z ziemią.

W elektrowni D nastąpiło uszkodzenie łopatek turbiny w warunkach następujących. Turbogenerator 7200 *kW* nowoczesnej budowy pracował prawie całkowicie obciążony; w pewnej chwili maszynista usłyszał brzęk w turbinie, obciążenie jej zmalało o 1000 *kW*, uruchomiono turbiny rezerwowe i po kilkunastu minutach turbinę zatrzymano. Po jej rozebraniu stwierdzono, że łożyska nośne i oporowe są w dobrym stanie, natomiast na przedniej dławnicy labiryntowej znać zatarcia i przegrzania, większemu zaś uszkodzeniu uległy łopatki. Wirnik składa się z koła Curtisa o dwóch wieńcach i z 22 wieńców reakcyjnych; za 14 wieńcem reakcyjnym znajduje się szczelina do pobierania pary dla destylatora, 14 wieńców posiada łopatki z bronzu, reszta ze stali; łopatki reakcyjne bronzowe i stalowe nie są frezowane. W 13 wieńcu 6 łopatek w jednem miejscu brak, są one ścięte u podstawy; w 14 wieńcu brak również kilku łopatek w jednem miejscu; dwa pierwsze rzędy łopatek stalowych za miejscem pobierania pary ścięte są zupełnie, przyległe wieńce, następny i poprzedni posiadają wgniecenia bocznych krawędzi łopatek na całym obwodzie. W podobny sposób uszkodzone są łopatki stałe kierownicze. Na łopatkach Curtisa znać małe uszkodzenia krawędzi wylotowych na znacznej części obwodu, spowodowane podobno dawniej przez kawałki zendry z odlewu kadłuba turbiny.

W pierwszym szeregu łopatek stalowych za miejscem pobierania pary już przed paru laty stwierdzono nadpęknięcia pojedyńczych łopatek, naskutek czego w drugiej takiej samej turbinie wymieniono łopatki tego rzędu na frezowane o przekroju stopniowo zgrubionym ku nasadzie.

Para pierwotnie pobierana była z turbiny do destylatorów, obecnie destylatory są odłączone, a rura odpływowa na odległości paru metrów od miejsca pobrania pary zagłuszona, wnętrze jej połączone rurką z przewodem ssącym pompy kondensatu.

Należy przypuszczać, że uszkodzenie łopatek powstało wskutek pęknięcia i oderwania się jednej lub kilku łopatek stalowych pierwszego rzędu za miejscem pobierania pary; wyłamane łopatki spowodowały zniszczenie łopatek sąsiednich, które przy dalszej pracy turbiny przez kilkanaście minut rozszerzyło się do rozmiarów opisanych wyżej przy pękaniu łopatek wystąpiły silne drgania całego wirnika, które spowodowały zatarcie przedniej dławnicy. W związku z wypadkami poprzedniemi można wnioskować, że konstrukcja łopatek stalowych w pierwszych rzędach za miejscem pobierania pary jest nieodpowiednia zwłaszcza, że warunki ich pracy pogarsza okoliczność, iż w rurze do pobierania pary mogła skraplać się woda i powodować co pewien czas uderzenia na łopatki.

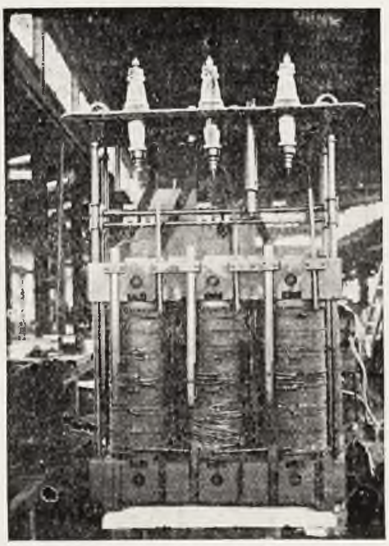
Przy oględzinach stwierdzono pozatem w

okolicach dwunastego szeregu łopatek dość znaczny osad kamienia kotłowego; kamień ten pokrywa warstwą ok. 0,5 *mm* grubości powierzchnię obwodu kadłuba między 12 i 13 szeregiem łopatek nieruchomych, co wskazuje, iż para zasilająca przynosi znaczniejsze ilości soli porywane z kotła lub wtryskiwane do przewodów parowych przez regulatory przegrzania Spuhra.

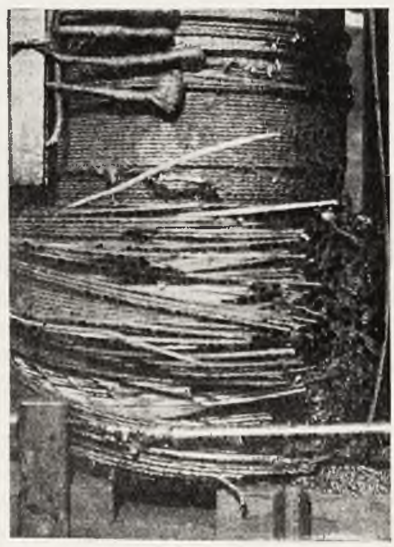
W koksowni A nastąpił wybuch w kanałach pod baterją pieców w czasie przełączania klap regeneratorów: wybuch był słaby i objął niewielką część korytarzy pod piecami; naskutek wybuchu odniósł poparzenia twarzy, rąk, piersi i stóp jeden robotnik, siła wybuchu wypchnęła ściankę grubości pół cegły, zamykającą otwór w bocznej ścianie chodnika. Wybuch nastąpił z powodu nagromadzenia się w korytarzach pod piecami gazu koksowego, wypływającego przez jakieś nieszczelności w rurociągach lub zasuwach; gaz unosił się ku górze i wypływał przez nieszczelności w stropie, zapalenie się gazu musiało nastąpić ponad stropem od rozżarzonych cząstek koksu wypadających z komór pieca podczas ich ładowania.

Wypadek powyższy stwierdził ponownie konieczność stosowania intensywnej wentylacji w pomieszczeniach, przez które przechodzą rurociągi z gazem palnym, wykazujące w większości wypadków drobne nieszczelności.

Na zakończenie podajemy fotografję uszkodzenia transformatora przez fale uskokowe (rys. 8 i 9). Transformator 250 *kVA* zasilany był linją napowietrzną 10000 V długości 5 *km;* na początku linji znajdował się odgromnik rożkowy z oporami tłumiącemi. W czasie silnej burzy automat na linji wyłączył, a przy badaniu okazało się, że uzwojenie jednej fazy wysokiego napięcia jest przepalone. Po wyjęciu transformatora z oleju stwierdzono przepalenie wszystkich drutów dwóch cewek od strony punktu zerowego na rdzeniu środkowym, jak pokazuje fotografja. Znaczny stopień zniszczenia, o charakterze przecięcia nożem w jednem miejscu wpoprzek szpul, każe wnioskować, że silne wyładowanie atmosferyczne nastąpiło w bliskości transformatorni, a odległy o 5 *km* przestarzały odgromnik nie dawał żadnej rękojmi ochrony transformatora przed przepięciami. Nowoczesne sposoby unieszkodliwienia fal uskokowych w uzwojeniach transformatorów, polegające na wymuszeniu pewnego pojemnościowego rozkładu pola elektrycznego wzdłuż uzwojenia, rokują znacznie lepsze widoki zabezpieczenia transformatorów od uszkodzeń niż stosowane dotychczas pogrubienie izolacji zwojów wstępnych i przyzerowych. Jednocześnie zastosowanie odgromników z uszlachetnioną przerwą iskrową, pracującą bez opóźnienia, i oporami tłumiącemi, obniżającemi swoją oporność pod wpływem nadmiernego wzrostu napięcia, posunęło znacznie naprzód zagadnienie zabezpieczenia urządzeń elektrycznych od przepięć.



Rys. 8. Transformator z uszkodzonemi uzwojeniami.



Rys. 9. Szczegół uszkodzenia uzwojenia transformatora.

Inż. ELJASZ ZIELSKI.

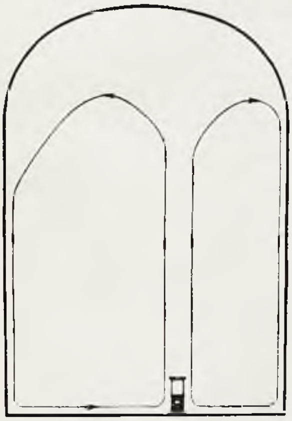
RUCH CIEPŁA W KOŚCIOŁACH OGRZEWANYCH OKRESOWO.

Referat na I-szy Zjazd Ogrzewników Polskich.

Ogrzewanie kościołów jest zagadnieniem specjalnem i z punktu widzenia hygjenicznego i ekonomicznego bardzo zawiłem, zwłaszcza w naszym zimnym klimacie, bo zagrzanie dużej przestrzeni wnętrza i tylu, tak grubych, masywnych ścian, po całotygodniowej zwykle przerwie w ogrzewaniu, dla użytkowania kościoła zaledwie przez niewiele godzin w dniu świątecznym, stawia, decydujące w tej sprawie czynniki, w bardzo trudne położenie. Ponieważ u nas od pewnego czasu, objawia się powszechne dążenie do ogrzania istniejących a przedewszystkiem nowobudujących się o dużej pojemności kościołów, przeto zagadnienie powyższe nabiera w Polsce pierwszorzędnej aktualności.

Mamy najrozmaitsze sposoby ogrzewania a z systemów w ogrzewnictwie kościołów stosowanych, należy przytoczyć następujące:

1. O g r z e w a n i e p i e c a m i jest najprostszym ze sposobów ogrzewania kościoła. Zastosowanie znajdują tu piece zwyczajne lub żelazne na koks lub węgiel, ustawione w kilku miejscach.



Rys. 1. Ruch powietrza przy ogrzewaniu piecami lub grzejnikami.

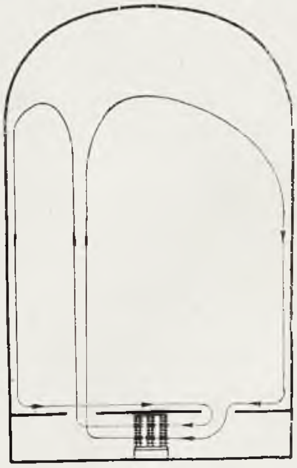
2. O g r z e w a n i e c e n t r a l n e parowe, wodne lub elektryczne, z grzejnikami rozmieszczonemi w odpowiednich miejscach, pod ścianami zewnętrznemi lub pod parapetami okiennemi.

3 O g r z e w a n i e p o w i e t r z n e. Rozgrzewanie powietrza w tym systemie odbywa się w specjalnych centralnych kaloryferach, za pomocą spalin albo za pomocą pary lub wody i wtenczas rozróżniamy ogrzewanie ogniowopowietrzne, parowopowietrzne lub wodnopowietrzne. Cyrkulacja rozgrzanego powietrza odbywa się samoczynnie lub sposobem przyśpieszonym, przymusowym z zastosowaniem wentylatora.

4. O g r z e w a n i e p o d ł o g o w e, polegające na tem, że tuż pod płytami posadzki, ułożony jest system rur ogrzewalnych, parowych, wodnych lub grzejników elektrycznych, względnie kanałów powietrznych, któremi krąży ciepłe powietrze. W ten sposób posadzka promieniuje bezpośrednio na obecnych oraz ogrzewa warstwę powietrza, leżącą nad nią.

Dla lepszego zapoznania się z wymienionemi zasadami ogrzewniczemi, stosowanemi dla kościołów, należy je po kolei szczegółowo zanalizować.

Przypatrzmy się rys. 1 przedstawiającemu przekrój przez nawę kościoła, ogrzewanego za pomocą pieca, grzejnika parowego lub podobnego punktu ogrzewającego. Ogrzane przez piec powietrze, jako lżejsze, unosi się



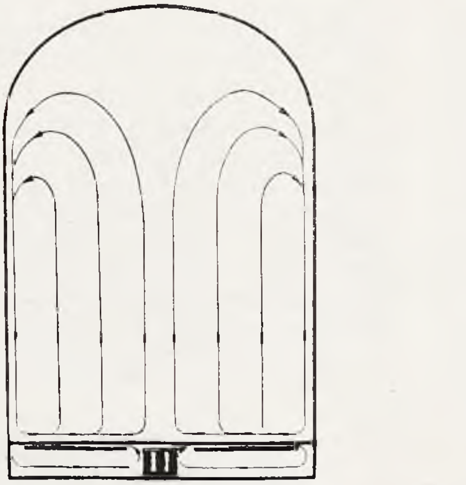
Rys. 2. Prądy powietrza powstałe przy ogrzewaniu radjatorami centralnemi.

szybko ku górze, ku stropowi. Ogrzewając strop, względnie ściany kościoła, staje się coraz zimniejsze i cięższe i opada wzdłuż ku posadzce, po której płynie, jako zimna struga z powrotem do źródła ciepła, zamykając cykl krążącego powietrza.

Grzejnik może być także centralny. Może on być umieszczony w podziemiu kościoła, jak to przedstawia rys. 2. Powietrze rozgrzane centralnie unosi się odpowiedniemi otworami czy kanałami ku wnętrzu kościoła, a oziębiając się od ścian, opada jako cięższe ku posadzce, spływa ostatecznie odpowiednio rozmieszczonemi otworami do piwnicy i wreszcie wraca do centralnego grzejnika. Taki mniejwięcej kierunek ruchu posiada po-

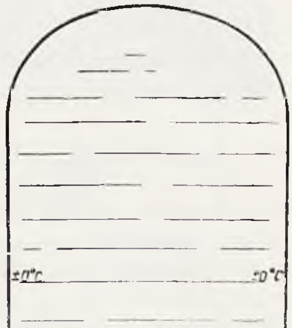
wietrze w kościele, posiadającym jakikolwiek system centralnego, powietrznego, dotychczas w praktyce stosowanego, ogrzewania.

Z kolei rys. 3 objaśnia nam ruch prądów powietrznych, przy zastosowaniu ogrzewania podłogowego. Oprócz bezpośredniego



Rys. 3. Strugi powietrza przy ogrzewaniu podłogowem.

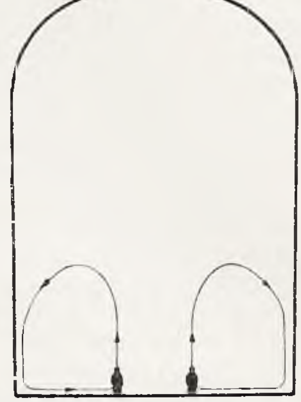
promieniowania ciepła ku górze, ku przestrzeni kościoła, powstają także, uwidocznione na przekroju nawy, wstępujące prądy powietrzne, rozmieszczone gęsto obok siebie. Równocześnie powietrze pod stropem, po oddaniu ciepła murom, spływa wzdłuż zimnych ścian jako cięższe, na posadzkę by dopływać z powrotem do miejsc zasilania wspomnianych, wstępujących prądów.



Rys. 4. Spokojnie zalegająca warstwa powietrza w kościele nieogrzanym.

Wszystkie istniejące dotychczas w praktyce sposoby ogrzewania kościołów, dają się podporządkować którejś z wyżej omówionych metod.

Powyższy opis nie byłby zupełny, gdybyśmy pominęli charakterystyczny i ważny obraz tworzących się prądów w kościele, który nie posiada zupełnie urządzenia ogrzewczego. Przypadek powyższy uwidocznia rys. przedstawiający przekrój przez nawę kościoła, szczelnie zamkniętego, zimnego i pozbawionego ludzi. Zimne powietrze, ciężkie niczem nie ogrzane, podobnie jak woda w zbiorniku, zalega nawę w spokojnych, nieruchomych warstwach.



Rys. 5. Prądy powietrza wywołane przez człowieka stojącego w nawie.

Wystarczy jednak wejście chociażby jednego człowieka, by nastąpiło zachwianie równowagi tych spokojnych warstw i by poczęły tworzyć się krążące prądy, jak to uwidoczniono na rys. 5.

Każdy człowiek, stojący w nawie kościoła, jest grzejnikiem o temperaturze 37°, nad którym unosi się struga ogrzanego powietrza. Strug takich powstaje tem więcej, im więcej



Rys. 6. Prądy powietrza w czasie przepełnienia kościoła.

obecnych w kościele. Prądy sumują się, wznoszą ku górze i zupełnie podobnie, jak przy ogrzewaniu podłogowem, oziębiane na ścianach, opadają ku posadzce, po której dopływają do obecnych. To też nie będzie w tem niczego niewłaściwego, jeśli ten przypadek zaliczymy też w poczet poprzednio wyliczonych metod ogrzewania kościołów. Będzie to

ngrzewanie wnętrza kościoła przy pomocy gęsto rozmieszczonych grzejników z ciał ludzkich. Jakkolwiek temperatura tych grzejników nie jest wysoka, to jednak ilość może być bardzo poważna, a co za tem idzie i zasób ciepłego wydawanego przez nie znaczny. (Rys. 6.)

We wszystkich omówionych przykładach powietrze kościoła, ogrzewa się od jakiegoś, szczególnego rodzaju, grzejnika, albo od całej ogrzanej podłogi i pośredniczy w przenoszeniu ciepła na zimne stropy i mury. Również we wszystkich tych wypadkach nagrzewanie kościoła odbywa się w kierunku od góry ku dołowi. Najpierw gorące powietrze unosi się wprost ku górze, styka się ze stropem i górnemi częściami ścian i najpierw je ogrzewa. Proces nagrzewania odbywa się powoli i postępuje ku dołowi. Dolne części murów, te na wysokości człowieka, ogrzewają się bardzo późno i muszą czekać na dopływ ciepła tem dłużej, im wyższy jest kościół. Niższe części murów, nad podłogą, mogą być jeszcze zupełnie zimne a posadzka nawet zamarznięta, gdy górne części pod stropem już dawno dostatecznie nagrzane. Czas nagrzewania rośnie tedy z wysokością kościoła i murów, przeto i różnica temperatur powierzchni ścian licząc w kierunku pionowym znaczna.

Ponieważ ogrzane nad grzejnikami powietrze unosi się ku górze tem energiczniej, im wyższa jest temperatura ich oraz powierzchnia ogrzewalna, spada zaś ze ścian tem prędzej im są one większe i zimniejsze, przeto na prędkość krążenia powietrza wewnątrz kościoła ma wpływ wielkość różnicy temperatur grzejnika i ściany względnie różnica temperatur strugi wznoszącej się i opadającej. Ponieważ i różnica temperatur powierzchni ścian zmienia się z wysokością, przeto i wysokość kościoła ma bardzo poważny wpływ na żywość tych prądów. W kościele powstaje tedy tem silniejszy ruch powietrza im większa jego wysokość i im silniej go ogrzewamy.

Również i wysokości strug krążącego powietrza są różne i zależą od temperatury i wielkości grzejnika. O wiele wyższą jest struga wywołana wysoką temperaturą żelaznego pieca, niższa jest struga nad grzejnikiem parowym a wreszcie jeszcze niższa nad człowiekiem, którego temperatura wynosi zaledwie 37° C. Również ciekawe są wysokości strug przedstawione na rys. 3 i rys. 6. Niższe są nad człowiekiem stojącym w pobliżu ściany, znacznie wyżej wznoszą się nad stojącym w środku nawy, do którego dopływa podłogą powietrze znacznie cieplejsze, bo ogrzane od zetknięcia z większej ilości nóg, aniżeli w wypadku pierwszym.

Jednak nawet najwyższe kościoły potrafimy ogrzać do pewnej, ustalonej temperatury, w pewnym określonym czasie, jeśli tylko przyśpieszymy ruch cyrkulacyjny strug powietrznych, przez podniesienie ich temperatury. Osiągamy to przez wykonanie instalacji ogrzewczej, o większej lub mniejszej wydajności cieplnej, zależnie od tego, czy zamierzamy ogrzać kościół w przeciągu trzech, czy większej ilości godzin. Ponieważ czas potrzebny do ogrzania, uzależniony jest od wysokości temperatury, do jakiej musimy podgrzać powietrze, względnie wnętrze kościoła, przeto należałoby te cyfry omówić.

Ściśle rzecz biorąc, nie zostały one dotychczas dla naszego klimatu ustalone. Stosujemy zwykle temperatury przyjęte w krajach posiadających zbliżone do naszych warunki klimatyczne. Naprzykład w literaturze niemieckiej znajdujemy następujące wskazania[1])

Dla kościołów ogrzewan. trwale $t_s = 10$ do 12°C

Dla kościołów ogrzew. okresowo $t_s = 12$ do 17°C

Są to oczywiście zbyt wysokie cyfry dla naszego klimatu a niewątpliwie i Niemcy będą musiały odstąpić w przyszłości od tych, higjenicznie nieuzasadnionych temperatur.

Nawet w bardzo wysokich i dużych kościołach, temperatury takie osiągnięto w z góry określonym czasie nagrzewania, przeto zdawać by się mogło, że temsamem sprawa ogrzewania kościołów jest zasadniczo rozwiązana.

Tymczasem już Prof. Rietschel zwrócił uwagę[2]), że sprawa ta nie jest właściwie pojmowana. Zaznaczył on, przy sposobności opisu urządzeń ogrzewczych Katedry w Ulmie, że ogrzewanie kościołów może posłużyć jako przykład, że osiągnięta przy ogrzewaniu temperatura powietrza w kościele, przy najniższej, zewnętrznej temperaturze, nie zawsze jest dowodem dobrze obliczonej i wykonanej instalacji ogrzewczej. Właśnie, bowiem przy ogrzewaniu kościołów, po osiągnięciu żądanej temperatury wewnętrznej, powstaje tak silny ruch powietrza, że w miejsce skarg na niską temperaturę powstają skargi na silne, dokuczliwe przeciągi.

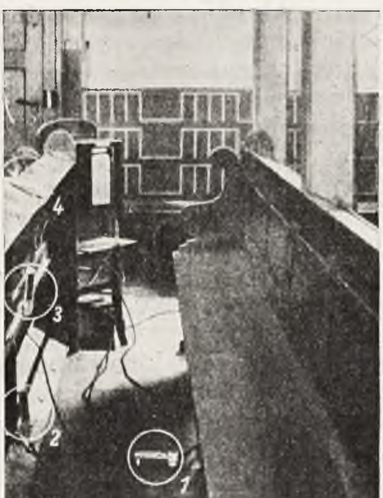
Rzut oka na poprzednie szkice upewnia nas, że przeciągi te spowodowane są przez dolne przyziemne strugi, płynące po posadzce, od ścian kościoła ku środkowi nawy. Stanowią one dolny odcinek każdej, krążącej strugi w kościele, a powstają z tej części prądu, która oziębiana na ścianach i jeszcze zimniejszych, dużych płaszczyznach okiennych, spływa na stojące pod ścianami osoby i na posadzkę

[1]) Die Heiz und Lüftunsanlagen in den verschiedenen Gebäudearten von M. Hottinger und W. Gonzenbach 1929 str. 101.

[2]) Ges.-Ing. 1899 str. 273 Ueber Beheizung von Kirchen insbesondere über die Beheizung des Ulmer Münsters.

kościoła a wyziębiając nogi, wywołuje u obecnych nieraz bolesne zmarznięcie.

W życiu codziennem, zwykliśmy, wewnątrz pomieszczenia, nazywać przeciągiem taki ruch powietrza, który wywołuje w nas przykre wrażenie zimna. W spokojnem powietrzu o temperaturze 18° C, czujemy się dobrze bo zabiera ono naszemu ciału tyle ciepła, ile potrzeba, aby utrzymać je w równowadze cieplnej. Skoro jednak to samo, osiemnastostopniowe powietrze wprawimy w ruch, n.p. przez równoczesne otwarcie dwu przeciwległych okien, to zacznie ono zabierać naszemu ciału więcej ciepła i będziemy jego prąd odczuwali już jako chłodny. Powietrzu o temperaturze 25° C musimy nadać już znacznie wyższą szybkość, by doznać takiego samego uczucia chłodu. Im temperatura powietrza jest wyższa, tem szybszy możemy mu nadać ruch, zanim odczujemy go jako przykry. Powietrze poniżej temperatury normalnej 18°C, będące nawet w spokoju odczuwamy zazwyczaj jako zbyt chłodne. Gdy jednak jest ono w ruchu, wywołuje w nas przykre wrażenie i to tem przykrzejsze, im niższa jest jego temperatura. Powietrze np. o temperaturze 0°C, przepływając obok nas trwale, z nieznaczną szybkością, prócz bardzo przykrego uczucia wywołuje poważną utratę ciepła, niejednokrotnie równoznaczną z przeziębieniem. Szczególnie stopy ludzkie, jako najdalsze kończyczyny, cierpią od tego rodzaju zimnych prądów wielokrotnie więcej aniżeli przez utratę, spowodowaną przepływem ciepła do zimnej posadzki przez podeszwę obuwia.



Rys. 7. Rozmieszczenie termometrów elektrycznych w kościele o pojemności 1100 m².

W kościele nieogrzanym przeciągi tego rodzaju zaczynają się wzmagać w miarę zapełniania się kościoła, a największą wartość osiągają, gdy kościół jest przepełniony ludźmi i fala, wzbijającego się ku górze, ogrzanego powietrza, płynie całym przekrojem nawy ku stropowi kościoła. Zdradzają to dymy unoszącego się w górę kadzidła i pył, a falujące, pochylone do wnętrza kościoła płomienie świec, ustawionych na bocznych ołtarzach, są widocznemi znakami, opadających po ścianach, oziębionych strug powietrznych, spływających następnie posadzką ku środkowi nawy.

W kościele ogrzewanym jakimkolwiek z wyżej wymienionych sposobów, przeciągi te potęgują się, bo do znacznie silniejszych prądów powietrznych, powstałych pod wpływem sztucznych źródeł ciepła, przybywa jeszcze prąd, wywołany ciepłem, wydawanem przez ludzi. Prędkości strug dodają się i nadają przeciągom w kościołach ogrzewanych, szczególnie uporczywy charakter.

Nawet ogrzewaniem podłogowem nie osiągamy korzystniejszych warunków. bo nie usuwa ono przeciągów, lecz je jeszcze bardziej potęguje. Prądy wstępujące, powstające pod wpływem ciepła rozgrzanej podłogi, powiększają jeszcze pęd powietrza, wywołany ciepłem obecnych w kościele ludzi. Ponadto zdarza się, że posadzka jest nadmiernie nagrzana bądźto wskutek niefachowej obsługi, bądźteż z tego prostego powodu, że obsługa nie może wiedzieć jaka pogoda będzie w dniu następnym. Ciepło promieniujące z posadzki, staje się dla dobrze odzianych ludzi bardzo dokuczliwe i nużące, zwłaszcza dla stojących, powoduje akumulację ciepła, pocenie się a wreszcie masowe przeziębienia, gdy rozgrzanych owieje zimny wiatr, po wyjściu z kościoła.

Ogrzewając tedy kościół jednym z dotychczas znanych i używanych sposobów, nietylko nie osiągamy odpowiednich warunków wewnątrz kościoła, ale w dodatku istniejące warunki pogarszamy, przez stwarzanie zimnych przeciągów podłogowych, których natężenie i dokuczliwość temwięcej rosną, im silniej kościół nagrzewamy, względnie im wyższą staramy się osiągnąć temperaturę powietrza wewnątrz. Zarówno w ogrzewanym jak też i nieogrzewanym kościele powstają zawsze przeciągi podłogowe, od których silnie marzną nam nogi. Zjawisko to mylnie przypisujemy zimnej, kamiennej posadzce.

W wyższych partjach ciała nie odczuwamy nigdy chłodu w okresie trwania nabożeństwa, bo nawet w kościele nieogrzewanym czujemy się bardzo dobrze, gdy wejdziemy z mrozu do wnętrza. Kościół wydaje się wówczas bardzo zaciszny i nawet uszy przestają nam momentalnie marznąć. W wypadku przepełnienia kościoła, zaczynamy, po pewnym czasie odczuwać nawet przegrzanie,

bo ludzie stojąc blisko i promieniując wzajemnie na siebie, stwarzają przeszkodę dla koniecznej utraty ciepła a w rezultacie następuje spiętrzenie, względnie akumulacja tegoż. Ciepłe okrycie, stosowne dla naszego klimatu, zaczyna nam ciążyć i dokuczać, rozpinamy futra dla ochłodzenia ciała, gdy równocześnie marzną nam stopy od dolnego przeciągu.

Poniżej podajemy bardzo ważne dla naszych twierdzeń i ciekawe pomiary wewnętrznych temperatur w kilku niemieckich kościołach, przeprowadzone przez inż. Schulza*).

*) Ges. — Ing. 1931 str. 745. „Temperaturverteilung in unterbrochen beheizten hohen Räumen" von Ing. W. Schulz.

Wielka ich wartość polega też i na tem, że temperatury rejestrowane były równocześnie przy pomocy kilku elektrycznych termometrów, rozmieszczonych na różnych wysokościach w nawie kościelnej.

Właśnie rys. 7 przedstawia fotografję ławki w jednym z prowincjonalnych kościołów o pojemności 1100 m^3. W ławce, na różnych wysokościach siedzącego człowieka, rozmieszczone są termometry elektryczne. Kościół ten początkowo ogrzewany był dwoma żelaznemi piecami węglowemi, które następnie zastąpiono elektrycznem ogrzewaniem podłogowem (podnóżkowem). Toteż Schulz przeprowadził w tym kościele dwa pomiary.

(D. c. n.)

WSPOMNIENIA POŚMIERTNE.

Michał Piechowski, inżynier-technolog.

W dniu 22 sierpnia r. b. złożono na Powąskach zwłoki św. p. inż. Michała Piechowskiego. Zmarły należał do wybitnych fachowców b. dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej, która uchodząc w latach przedwojennych za jedyną polską i narodową placówkę kolejową w kraju, odgrywała wielką rolę w życiu politycznym i gospodarczym b. Kongresówki.

Urodzony w Mławie w r. 1861 św. p. inż. M. Piechowski wykształcenie średnie pobierał w gimnazjum płockiem, które ukończył ze złotym medalem w czerwcu 1879 r.

Po rocznym pobycie na Uniwersytecie Warszawskim, — na wydziale fizyko-matematycznym, wstępuje w r. 1880 do Instytutu Technologicznego w Petersburgu, uzyskując w nim w r. 1885 dyplom inżyniera-technologa.

Prosto z ławy uniwersyteckiej wstępuje na praktykę do warsztatów głównych b. Kolei Warszawsko-Wiedeńskiej, gdzie pod kierunkiem inż. Wojno przygotowuje się do pracy w kolejnictwie polskim.

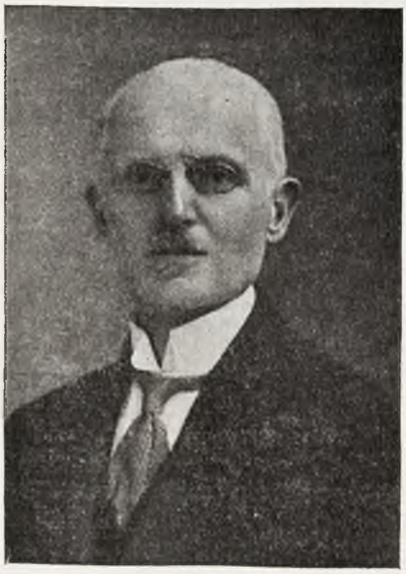
Mianowany w 1886 r. pomocnikiem Naczelnika Depot w Sosnowcu, wkrótce zostaje Naczelnikiem tegoż Depot, następnie Inżynierem ruchu parowozowego w Warszawie, a ostatnio pomocnikiem Naczelnika Wydziału Mechanicznego. Na stanowisku tym nie spoczywa na laurach, ale studjując literaturę techniczną specjalizuje się w technice parowozowej.

Po skupie dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej przez rząd rosyjski ofiarowywano Mu niejednokrotnie wyższe stanowiska w Rosji, których jednak nie przyjmował.

Podczas ewakuacji zarządu drogi Warszawsko-Wiedeńskiej do Moskwy św. p. inż. M. Piechowski sprawował obowiązki Naczelnika ewakuowanej kolei. Po powrocie do kraju wstępuje w listopadzie 1918 r. do tworzącego się Ministerstwa Komunikacji w charakterze Inspektora przy Ministrze.

Tutaj rozpoczyna się Jego praca twórcza, praca wytężona. Nie goni za stanowiskami, nie wysuwa się przed innymi, lecz z całym zapałem bierze udział w pracach organizacyjnych.

Jako Inspektor przy Ministrze zasiada w Komisjach międzydyrekcyjnych i międzyministerjalnych. Posiadając wielką odwagę cywilną, a z charakteru bez-



kompromisowy, Zmarły śmiało wypowiadał swoje uwagi i krytykę w sprawach dotyczących naszego młodego wówczas kolejnictwa.

Umysł ścisły, charakter nieugięty — nie ułatwiały Mu życia ale zjednywały szacunek i uznanie powszechne. W r. 1921 przebywa inż. M. Piechowski w Rydze jako delegat polski dla spraw kolejowych. To że Polska otrzymała od Sowietów odszkodowanie pieniężne za wywieziony z b. Kongresówki podczas wojny światowej tabor kolejowy — jest w lwiej części zasługą św. p. M. Piechowskiego.

Sprężysty odbiór i rejestracja taboru kolejowego, otrzymanego przez Polskę od Niemiec na podstawie traktatu pokoju — to również zasługa Zmarłego.

Przyszły historyk kolejnictwa w Odrodzonej Polsce znajdzie niewyczerpany materjał informacyjny w archiwach Ministerstwa Komunikacji, świadczący o wynikach wytężonej pracy św. p. M. Piechowskiego.

To też nic dziwnego, że pomimo silnego ducha — organizm wyczerpany pracą, — odmówił posłuszeństwa. W r. 1929 Zmarły przeszedł na emeryturę i od tej pory zapadł na zdrowiu na skutek ciężkiej choroby przemęczonego mózgu. Z choroby tej już się nie podźwignął. Zmarł 19 sierpnia b.r. dobrze zasłużywszy się Ojczyźnie.

Cześć Jego pamięci.

Inż. St. Tr.

Władysław Witkowski, inżynier-technolog.

Zmarł dnia 5 września r. b. w Warszawie człowiek dużej wiedzy i mocnego charakteru. Charakter swój i zamiłowanie do nauk matematycznych i tech-



nicznych odziedziczył Zmarły po swym dziadku i ojcu. Dziad Klemens Witkowski, poseł Ziemi Płockiej, podpisał na Sejmie w dniu 25 stycznia 1831 detronizację cara Mikołaja, za co skonfiskowano Mu majątek. Ojciec, Władysław Witkowski, inżynier komunikacji autor wielu prac matematycznych, w młodym wieku został aresztowany i zesłany pieszo w kajdanach na Kaukaz za udział w powstaniu ks. Ściegiennego w r. 1844. Wcielony do wojska, jako prosty żołnierz, przebył tam 10 lat. Od pierwszych lat swego życia. Zmarły rósł w atmosferze zamiłowania do nauki. Urodzony w r. 1870 w Międzyrzeczu, Ziemi Podlaskiej pierwsze lata studjów szkolnych przebywał w Lublinie. Prześladowany przez osławionego dyrektora gimnazium Siengalewicza musiał przenieść się do gimnazium w Radomiu. Ztąd po otrzymaniu matury wstąpił na wydział matematyczny Uniwersytetu Warszawskiego. Studjów tych jednak nie dano mu skończyć w Warszawie. Aresztowany w r. 1894 za udział w uroczystościach na cześć Kilińskiego zesłany został wgłąb Rosii do Kaszyry w gub. Tulskiej. Po powrocie w 1896 r. Zmarły wznawia swe studja uniwersyteckie, ale już w Dorpacie i kończy je w r. 1897 ze stopniem kandydata nauk fizyko-matematycznych. Zdobytą wiedzę Zmarły uzupełnia studjami w Instytucie Technologicznym w Petersburgu, który kończy w r. 1901 ze stopniem inżyniera-technologa. Wraca do kraju i od r. 1902 specjalizuje się w technice kolejowej wogóle a w parowozowej w szczególności na b. Kolei Warszawsko-Wiedeńskiej. Pilnie śledząc za postępami obranej specjalności, drogą stałego wglądu w książki i w pisma w bibliotekach technicznych, przy znajomości języków obcych, oraz w podróżach delegacyjnych, w technicznych sprawach kolejowych, zagranicę, utrzymywał się na poziomie najświeższych zdobyczy wiedzy technicznej. Pozwalało Mu to jednocześnie nie poddawać się tak często spotykanemu w biurach kolejowych obezwładnieniu biurokratycznemu.

Wiedzą swą Zmarły dzielił się chętnie bezpośrednio z drużynami parowozowymi, a pośrednio w licznych pismach technicznych, jak Przegląd Techniczny, Mechanik, Inżynier Kolejowy, Czasopismo Techniczne, Maszynista Związkowiec, Technik Kolejowy, Technika Parowozowa. Niektóre artykuły rozpowszechnione w odbitkach miały duże powodzenie. Szereg artykułów dotyczył techniki parowej boć parowóz stanowi toczącą się na kołach instalację parową. Niektóre czynności Zmarłego były bardzo spokrewnione z działalnością dozoru kotłowego, sprawował On bowiem dozór nad kotłami parowozowymi.

Toteż pomimo, że Zmarły nie brał bezpośredniego udziału w pracach Stowarzyszeń Dozoru Kotłów zamieszczamy to wspomnienie pośmiertne, jako wspomnienie o człowieku prawym, dużej wiedzy, który powiększał i w naszem piśmie zasoby wiedzy technicznej w Polsce.

Inż. St. Kr.

Druk. „Zgoda" J. Klimczak i S-ka. Zielna 47 Tel. 619-57.